

Bates, Darcy

From: Macchiarolo, Peter
Sent: Monday, February 10, 2003 3:32 PM
To: Bates, Darcy

Hello Darcy.

I have a Euorpean patent application (EP 1 020 888 A1 filed jan 10, 2000) that claims priority to "JP 378999" filed janurary 11, 1999.

Can you please help me find the japanese equivalent, and the PCT related to this application?
Thanks.

Pete Macchiarolo
Patent Examiner
U. S. Patents and Trademarks Office
CP4 6B30 AU-2875
(703) 305-7198

CP4-6B30

WEST**End of Result Set**☐ **Generate Collection** **Print**

L1: Entry 1 of 1

File: JPAB

Jul 25, 2000

PUB-NO: JP02000204304A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000204304 A

TITLE: CARBON INK, ELECTRON RELEASE ELEMENT, PRODUCTION OF THE SAME ELEMENT, AND
IMAGE INDICATION DEVICE

PUBN-DATE: July 25, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

IMAI, KANJI

MATSUO, KOJI

SEKIGUCHI, TOMOHIRO

YOKOMAKURA, MITSUNORI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MATSUSHITA ELECTRONICS INDUSTRY CORP

APPL-NO: JP11003789

APPL-DATE: January 11, 1999

INT-CL (IPC): C09 D 11/00; C09 C 1/48; H01 J 1/304; H01 J 9/02; H01 J 29/04; H01 J 31/12; C01 B 31/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the subject ink capable of offering a field emission element having high field emission efficiency and capable of driving at a low voltage by including a specific particle, a specific supporting particle, an organic binder and a solvent making to paste-like.

SOLUTION: This ink is obtained by including (A) a carbon particle having at least a six-membered ring, (B) a supporting particle supporting a part of the component A, (C) an organic binder and (D) a solvent and making to paste-like. Preferably, a carbon nano-tube, graphite, a powdery graphitized carbon fiber, etc., is used as the component A. Preferably, a size of the component B is at least smaller than a longitudinal length of the component A. Preferably, the component B is made of powder of a self-combustion material or powder of a thermally decomposing foaming agent material as a decomposable to a gas by heating or burning.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

Basic Patent (No,Kind,Date): EP 1020888 A1 20000719 <No. of Patents: 002>
CARBON INK, ELECTRON-EMITTING ELEMENT, METHOD FOR MANUFACTURING AN
ELECTRON-EMITTING ELEMENT AND IMAGE DISPLAY DEVICE (English; French;
German)

Patent Assignee: MATSUSHITA ELECTRONICS CORP (JP)

Author (Inventor): IMAI KANJI (JP); MATSUO KOHJI (JP); SEKIGUCHI TOMOHIRO
(JP); YOKOMAKURA MITSUNORI (JP)

Designated States : (National) DE; FR; GB

IPC: *H01J-001/30; H01J-009/02

CA Abstract No: *133(08)112496N; 133(08)112496N

Derwent WPI Acc No: *C 00-492144; C 00-492144

Language of Document: English

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applic No | Kind | Date | |
|---------------|------|----------|---------------|------|----------|---------|
| EP 1020888 | A1 | 20000719 | EP 2000100447 | A | 20000110 | (BASIC) |
| JP 2000204304 | A2 | 20000725 | JP 993789 | A | 19990111 | |

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 993789 A 19990111

? ^

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-204304

(P2000-204304A)

(43) 公開日 平成12年7月25日(2000.7.25)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマート(参考) |
|--------------------------------------|------|---------------|-------------|
| C 0 9 D 11/00 | | C 0 9 D 11/00 | 4 G 0 4 6 |
| C 0 9 C 1/48 | | C 0 9 C 1/48 | 4 J 0 3 7 |
| H 0 1 J 1/304 | | H 0 1 J 1/30 | F 4 J 0 3 9 |
| 9/02 | | 9/02 | B 5 C 0 3 1 |
| 29/04 | | 29/04 | 5 C 0 3 6 |
| 審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 14 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願平11-3789

(22) 出願日 平成11年1月11日(1999.1.11)

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 今井 寛二

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 松尾 孝二

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

最終頁に続く

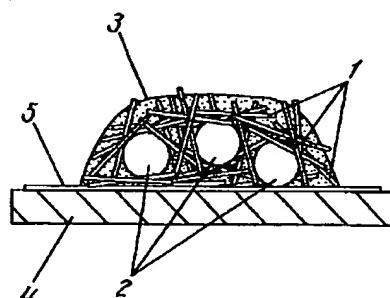
(54) 【発明の名称】 カーボンインキ、電子放出素子、電子放出素子の製造方法、および画像表示装置

(57) 【要約】

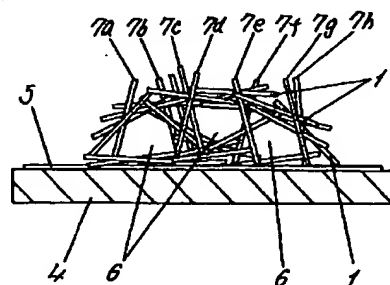
【課題】 印刷という廉価で量産性の良い工程で、電界放出効率が高いカーボンインキと電子放出素子の構成、またその製造方法を提供し、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を提供すること。さらに、当該電子放出素子を用いて、高画質で効率も良い画像表示装置の構成を提供すること。

【解決手段】 画像表示装置は、少なくとも6員環を有する炭素の粒子1を含み、有機バインダー3と溶剤でペースト化され、炭素の粒子1の一部を支持する支持粒子2を含有するカーボンインキを、基板4上にパターンニングした導電体5の所定の位置に塗布し、さらに焼成してなる電子放出素子を用いている。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも6員環を有する炭素の粒子を含み、有機バインダーと溶剤でペースト化されたインキであって、前記炭素の粒子の一部を支持する支持粒子を含有することを特徴とするカーボンインキ。

【請求項2】 支持粒子の大きさが、少なくとも炭素の粒子の長手方向の長さよりも小さいことを特徴とする請求項1記載のカーボンインキ。

【請求項3】 支持粒子が、加熱または焼成することで気体に分解する材質である自己燃焼性材料の粉末または熱分解型発泡剤の粉末で形成されることを特徴とする請求項1または請求項2記載のカーボンインキ。

【請求項4】 自己燃焼性材料または熱分解型発泡剤の分解温度が、少なくとも有機バインダーの分解温度より低いことを特徴とする請求項3記載のカーボンインキ。

【請求項5】 炭素の粒子が、カーボンナノチューブまたはグラファイトまたは粉末状のグラファイト化したカーボンファイバーであることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のカーボンインキ。

【請求項6】 請求項1～5のいずれかに記載のカーボンインキを、基板上にパターンニングした導電体の所定の位置に塗布し、さらに焼成してなることを特徴とする電子放出素子。

【請求項7】 炭素の粒子の集合体内に、支持粒子により0.05～5μmの範囲の大きさの空隙を形成してなることを特徴とする請求項6記載の電子放出素子。

【請求項8】 請求項1～5のいずれかに記載のカーボンインキを用い、少なくともパターンニングされた凹版に前記カーボンインキを充填し、次に充填された前記カーボンインキをブランケットに転写し、次に前記ブランケットに転写された前記カーボンインキを基板に転移させることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項9】 真空容器内に、蛍光体層と、導電体をパターンニングした陰極配線を施した基板とを設け、少なくとも6員環を有する炭素の粒子を含み、有機バインダーと溶剤でペースト化され、前記炭素の粒子の一部を支持する支持粒子を含有するカーボンインキを、前記基板の所定の位置に塗布し、さらに焼成したことで形成される電子放出素子を有し、前記電子放出素子から放出される電子で蛍光体層を発光させ画像を形成する画像表示装置であって、前記陰極配線のパターンがストライプ状に形成されており、さらに前記蛍光体層が、前記陰極配線のストライプに対して平行かつ直交する方向に、ストライプ状に電気的に分離され、両ストライプ間でマトリクス駆動されることを特徴とする画像表示装置。

【請求項10】 真空容器内に、蛍光体層と、導電体をパターンニングした陰極配線を施した基板とを設け、少なくとも6員環を有する炭素の粒子を含み、有機バインダーと溶剤でペースト化され、前記炭素の粒子の一部を支持する支持粒子を含有するカーボンインキを、前記基板

の所定の位置に塗布し、さらに焼成したことで形成される電子放出素子を有し、前記電子放出素子から放出される電子で蛍光体層を発光させ画像を形成する画像表示装置であって、前記陰極配線のパターンがストライプ状に形成されており、さらに前記蛍光体層と前記基板の間に、電子の放出を制御するゲート電極を設け、前記陰極配線のストライプに対して平行かつ直交する方向に、前記ゲート電極がストライプ状に電気的に分離され、両ストライプ間でマトリクス駆動されることを特徴とする画像表示装置。

【請求項11】 蛍光体層とゲート電極の間に、集束機能を有する制御電極または、集束および偏向の両機能を有する制御電極を設けたことを特徴とする請求項10記載の画像表示装置。

【請求項12】 基板を真空容器と一体としたことを特徴とする請求項9～11のいずれかに記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電界電子放出現象を利用して電子を放出させる電子放出素子、および当該電子放出素子を用いた画像表示装置に関し、詳しくは、映像機器等に用いられる薄型の画像表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、カラーテレビあるいはパソコン等のディスプレイ（画像表示装置）としては、陰極線管（Cathode Ray Tube）が主流であった。ところが近年は、画像表示装置に小型、軽量、薄型化が求められるようになり、それに応じて、様々な薄型の画像表示装置の開発、製品化が進められている。

【0003】以上のような状況下において、最近様々な薄型の画像表示装置の研究開発がなされており、その中でも液晶ディスプレイおよびプラズマディスプレイの開発が盛んである。液晶ディスプレイについては、携帯型パソコン、携帯型テレビ、ビデオカメラおよびカーナビゲーション等の様々な製品に応用されている。また、プラズマディスプレイについても、20インチあるいは40インチ級の大型ディスプレイ等の製品に応用されている。

【0004】しかしながら、液晶ディスプレイは視野角が狭く、応答性能が遅いという問題点を抱えており、プラズマディスプレイについても高輝度が得にくく、消費電力が大きい等の問題点を抱えている。そこで、これらの問題を解決する薄型の画像表示装置として、常温で真空中に電子が放出される電界電子放出（Field Emission）という現象を応用した画像表示装置（以下「FED」という）が注目されている。このFEDは、自発光タイプであるため、広い視野角および高輝度を得ることが可能であり、また、基本原理（電子ビーム

を用いて蛍光体を発光させること)は従来の陰極線管と同様であるため、自然で色再現性の高い画像を表示することができる。

【0005】FEDを構成する電子放出素子としては、スピント型等のマイクロチップ型の電界電子放出素子、金属薄膜または酸化物薄膜で形成された表面伝導素子、さらにMIM型またはそれに類似した構造を持つ電界電子放出素子等が提案されている。

【0006】そして近年において、電子放出素子を形成する電子放出材料に、ダイヤモンド、グラファイト、DLC(Diamond Like Carbon)、カーボンナノチューブ等の炭素系材料を用いるものが注目されている。

【0007】この種の電子放出素子としては、例えば特開平10-149760号公報、特開平10-12124号公報等に開示されている。

【0008】図8および図9は、従来技術に係る第一の電子放出素子の概略断面図を示したものである(特開平10-149760号公報参照)。図8に示された電子放出素子は、アーク放電法等で製造、精製されたカーボンナノチューブ101を、合成樹脂製の支持基板102に塗布した後、レジストを塗布して電子放出部103のレイアウトにしたがってレソグラフィ技術でパターンニングすることで、カーボンナノチューブ101からなる電子放出部103を支持基板102上に形成したものである。この時、カーボンナノチューブ101は、図9に示すように倒木が重なり合うような状態で支持基板102上に存在する。

【0009】以上のように構成された電子放出素子によれば、電子放出部103としてパターンニングされたカーボンナノチューブ101に、電界を加えると電子を放出し、電子放出動作を行う。

【0010】図10は、従来技術に係る第二の電子放出素子の概略断面図を示したものである(前記の特開平10-149760号公報を同じく参照)。図10に示された電子放出素子は、支持基板111と、カソード配線層112を介して支持基板111上に配設された電子放出部116を有する。電子放出部116は導電性材料層113の一部からなる導電性凸部114と、導電性凸部114の先端部に部分的に埋設された複数のカーボンナノチューブ115とを有する。

【0011】従来技術に係る第二の電子放出素子の製造方法を次に説明する(図示せず)。まずシリコン単結晶の基板を設け、異方性エッチングによって導電性凸部114の雌型になるモールド基板を作る。この雌型部分にカーボンナノチューブ115を配置し、その上から導電性材料、例えばタングステン等をスパッタリング法によって積層し、さらに配線用の導電材を更にスパッタリングする。このようにした後、雌型となっているモールド基板を取り除くと、図10に示したような電子放出素子

が出来上がる。

【0012】以上のように構成された電子放出素子によれば、電子放出材料であるカーボンナノチューブ115が、電界が集中しやすい導電性凸部114の先端に配置されているため、小さい駆動電圧でも高い電界の効果によって、電子放出材料であるカーボンナノチューブ115により、効率的に電子を放出させることができる。

【0013】図11は、従来技術に係る第三の電子放出素子の概略断面図を示したものである(特開平10-12124号公報参照)。図11に示された電子放出素子は次のように形成される。まず平坦なガラス基板121上に蒸着等の手段によってアルミニウム膜122を形成する。次にアルミニウム膜122を洗浄し、陽極酸化処理によって絶縁体の皮膜123を生成する。処理後、反応性イオンエッチングの異方性エッチングにより、陽極酸化処理時に形成された細孔124の底部を、アルミニウム膜122まで到達させる。さらに電界着色処理でニッケル金属触媒125を細孔124内に埋め込んだ後、メタンガスと水素の混合雰囲気中で1150℃に加熱処理し、カーボンナノチューブ126を生成、成長させる。以上の工程によって、電子放出材料であるカーボンナノチューブ126を、高い密度で、方向性もそろえ、シャープな先端を持った形で配置した電子放出素子を構成したものである。

【0014】以上のように構成された電子放出素子によれば、方向性のそろったシャープな先端を持った形でカーボンナノチューブ126が配置できることから、電子放出材料に効果的に電界を集中させることができ、効率の良い電子放出素子を得ることができる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図8に示された従来技術に係る電子放出素子においては、次のような課題があった。まず、印刷等の方法によってカーボンナノチューブ101を支持基板102に塗布すると、カーボンナノチューブ101が棒状で長い分子形状をしているので、図9に示すように倒木が重なるような状態で支持基板102上に固着される。この時、電子放出材料であるカーボンナノチューブ101の方向性は、電子放出に対しもっとも不利な先端が埋没している状態になるとともに、電子放出素子に電圧を印加しても、電界の集中効果がなく、効率的な電子放出素子とはならないという課題があった。また、強制的にカーボンナノチューブ101を支持基板102に対して立っている状態にするため、圧入や埋め込み等の方法を用いるとしても、無数と言えるカーボンナノチューブ101の分子を一つ一つ支持基板102に対して立てるとことは非常に困難である。

【0016】また、図10に示された従来技術に係る電子放出素子においては、上述したような製造法では、雌型部分にカーボンナノチューブ115を配置した上に、

導電性材料をスパッタリングするため、導電性凸部114の先端の内部にカーボンナノチューブ115が埋設されてしまう。このため、導電性凸部114には電界が集中しても、カーボンナノチューブ115自身には電界の集中が生じず、効率的な電子放出素子とはならないという問題があった。また、導電性凸部114自体を形成する工程が複雑でシリコン基板の大きさに制限があるため、廉価で大型基板処理可能な工程になっておらず、また凸形状のパラツキの制御も困難で、信頼性や生産コストの点で問題があった。

【0017】さらに、図11に示された従来技術に係る電子放出素子においては、カーボンナノチューブ126がガラス基板121に対して立った状態になっているので、電界集中による電子放出は得られる。しかし、電子放出源が絶縁体の皮膜123の中に埋もれた状態になっているため、電子を放出し始めると絶縁体の皮膜123の表面が帯電を始め、電界が変化し、電子放出動作が不安定になってしまうため、効率的な電子放出が得ることができない。また、細孔124よりカーボンナノチューブ126が少し突出してもよいが、分子成長というこの工程では、カーボンナノチューブ126の突出量のコントロールが難しく、パラツキの大きなものになってしまう。また、1000℃以上の高温の工程であるため、一般のガラス板ではそのような高温には耐えられない等、基板の材料や大きさに制約があり、上記と同様、効率や信頼性や生産コストの点で問題があった。

【0018】そこで、本発明は以上のような課題を解決するためになされたもので、特に画像表示装置に用いて良好な特性を実現することを念頭に置き、印刷という廉価で量産性の良い工程で、電子放出材料を成分に含むインキを基板に塗布することで、電界放出効率が高く、低電圧駆動が可能であり、低真空度でも電子の放出が可能であるという優れた特性を得ることができるカーボンインキと電子放出素子の構成、またその製造方法を提供することにある。これを実現することで、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を提供することを目的とする。

【0019】さらに、当該電子放出素子を用いて、高画質で効率も良い、さらに高解像度の画像表示装置の構成を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明に係るカーボンインキは、少なくとも6員環を有する炭素の粒子を含み、有機バインダーと溶剤でペースト化されたインキであって、前記炭素の粒子の一部を支持する支持粒子を含有するものである。

【0021】また、本発明に関わる電子放出素子は、基板上にパターンニングした導電体の所定の位置に、少なくとも6員環を有する炭素の粒子を含み、有機バインダーと溶剤でペースト化され、前記炭素の粒子の一部を支持

する支持粒子を含有するカーボンインキを塗布し、さらに焼成して形成されるものである。

【0022】本発明に係るカーボンインキと電子放出素子によれば、電子放出材料としての6員環を有する炭素の粒子を、有機バインダーと溶剤でペースト化しインキ化することで、印刷という量産性に優れ、かつ廉価な製造法で、基板や前記陰極配線に、位置や範囲を限定しながら塗布することができる。この時、炭素の粒子の一部を支持する支持粒子を含有していることから、炭素の粒子は支持粒子に支えられる形で、基板に倒れ重なる状態にならず、多くの炭素の粒子が基板に対して立ち上がった状態で塗布されている。そして、塗布後焼成することで、有機バインダーや溶剤は分解してしまい、炭素の粒子が基板の導電体上に固着される。また、6員環を有する炭素材料は電気的に良導体であり、かつ仕事関数も低いので、本発明のように形成された基板の導電体上の炭素の粒子に、真空環境内で電界を印加すると、炭素の粒子から電界方向へ電子を放出する。ここで多くの炭素の粒子が基板に対して立ち上がった状態で存在していることから、個々の炭素の粒子の端面に電界が集中しやすくなっているため、より弱い電界、すなわち、より低い駆動電圧で多くの電子放出が得られることになる。したがって、本発明によれば、印刷等の廉価で量産性の良い工程で、電界放出効率が高い電子放出素子ができると、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を得ることができる。

【0023】また、本発明に係るカーボンインキや電子放出素子においては、基板上の支持粒子の大きさが、少なくとも炭素の粒子の長手方向の長さよりも小さいことが好ましい。この好ましい例によれば、カーボンインキを基板等に塗布した時、炭素の粒子が、支持粒子に対して、取り囲むような状態になっているが、少なくとも炭素の粒子の長手方向の長さの方が大きいいため、支持粒子の皮膜状にはならず、より確実に、多くの炭素の粒子が、塗布された基板に対して立ち上がった状態にすることができる。したがって、本発明によれば、より確実に効率が高い電子放出部が形成された電子放出素子ができるので、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を得ることが可能となる。

【0024】また、本発明に係るカーボンインキや電子放出素子においては、前記支持粒子が、加熱または焼成することで気体に分解する材質である自己燃焼性材料の粉末、または熱分解型発泡剤の粉末で形成されることが好ましい。この好ましい例によれば、カーボンインキを塗布した後、さらに焼成することで、有機バインダーや溶剤だけでなく、支持粒子も分解してしまい、炭素の粒子のみが、基板に対して立ち上がった状態を保持したまま基板の導電体上に固着される。6員環を有する炭素材料は電気的に良導体であり、導電体の電位が炭素の粒子の集合体全体にいきわたり、かつ支持粒子の分解した後

の空隙まで電界がしみ込むことから、さらに電子放出の効率を向上させることができる。

【0025】また、本発明に係るカーボンインキや電子放出素子においては、自己燃焼性材料、または熱分解型発泡剤の分解温度が、少なくとも有機バインダーの分解温度より低いことが好ましい。この好ましい例によれば、カーボンインキの塗布後の焼成時、多くの炭素の粒子が、塗布された基板に対して立ち上がった状態を、有機バインダーが保持した状態で、先に前記自己燃焼性材料、または前記熱分解型発泡剤が分解することになる。このことにより、多くの炭素の粒子が、塗布された基板に対して立ち上がった状態をより確実に実現できる。したがって、本発明によれば、より確実に効率が低い電子放出部が形成された電子放出素子ができるので、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を得ることが可能となる。

【0026】また、本発明に係る電子放出素子においては、炭素の粒子の集合体内に、支持粒子により0.05～5μmの範囲の大きさの空隙を形成してなることが好ましい。この好ましい例によれば、炭素の粒子が、この範囲の大きさの空隙を介して集合していることで、より炭素の粒子の多くが基板に対して立ち上がった状態になるとともに、空隙を有することで電界のしみ込みも強くなり、さらに電子放出の効率を向上させることができる。

【0027】また、本発明に係るカーボンインキや電子放出素子においては、炭素の粒子がカーボンナノチューブであることが好ましい。この好ましい例によれば、カーボンナノチューブはその棒状に長い分子の形状によって、本来の特性として電界による電子放出の効率も高いだけでなく、さらに本発明と組み合わせることで、多くのカーボンナノチューブの粒子が支持粒子により支持され、基板に対して立ち上がった状態で固着されることから、カーボンナノチューブの先端に、より電界が集中し、さらに高い効率が期待できる。したがって、本発明によれば、廉価で量産性もよい工程で、より効率が低い電子放出部が形成された電子放出素子ができるので、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を得ることが可能となる。

【0028】また、本発明に係るカーボンインキや電子放出素子においては、炭素の粒子がグラファイトであることが好ましい。この好ましい例によれば、グラファイトは廉価で工業的に入手が容易な材料であるが、電界による電子放出の効率は分子形状から、カーボンナノチューブと比較して効率は高くない。しかし、本発明と組み合わせることで、多くのグラファイトの粒子が支持粒子により支持され、基板に対して立ち上がった状態で固着されることから、グラファイト結晶の端面に、電界を集中させることができ、高い電子放出効率を有する材料としての利用が期待できる。したがって、本発明によれ

ば、廉価で量産性もよい工程で、入手の容易な材料で、効率が低い電子放出部が形成された電子放出素子ができるので、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を得ることが可能となる。

【0029】また、炭素材料として粉末状のグラファイト化したカーボンファイバーを本発明の前記炭素の粒子として用いれば、炭素の粒子の配列の方向性も良くなって効率もあがるのでさらに効果を増す。

【0030】さらに、本発明の電子放出素子の製造方法は、前記カーボンインキを用い、少なくともパターンニングされた凹版に前記カーボンインキを充填し、次に充填された前記カーボンインキをブランケットに転写し、次に前記ブランケットに転写された前記カーボンインキを基板に転写させることが好ましい。この好ましい例においては、上記のような製造方法を用いることで、炭素の粒子や支持粒子や有機バインダーの異なる粒子径が混在したインキでも、確実に基板や陰極配線上に転写塗布することができ、かつ、凹版にカーボンインキを充填した状態で、多くの炭素の粒子が基板に対して立ち上がった状態で塗布される。その結果、本発明の製造方法によれば、廉価で量産性もよい工程で、効率が低い電子放出部が形成された電子放出素子ができるので、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を得ることが可能となる。

【0031】また、本発明のカーボンインキや電子放出素子を用いて、画像表示装置を構成することができる。その第1の画像表示装置の構成は、真空容器内に、蛍光体層と、導電体をパターンニングした陰極配線を施した基板とを設け、少なくとも6員環を有する炭素の粒子を含み、有機バインダーと溶剤でペースト化され、前記炭素の粒子の一部を支持する支持粒子を含有するカーボンインキを、前記基板の所定の位置に塗布し、さらに焼成したことで形成される電子放出素子を有し、前記電子放出素子から放出される電子で蛍光体層を発光させ画像を形成する画像表示装置であって、前記陰極配線のパターンがストライプ状に形成されており、さらに前記蛍光体層が、前記陰極配線のストライプに対して平行かつ直交する方向に、ストライプ状に電気的に分離され、両ストライプ間でマトリクス駆動されるようにしたものである。このように構成された画像表示装置において、陰極配線と蛍光体層の両ストライプで構成されるマトリクスの交点に、電子放出素子を形成することで、それぞれのストライプの電位を、表示画像に応じて経時的に変化させることで、両ストライプ間の電界が、電子放出素子から電子を放出させることができる大きさ以上になった交点の電子放出素子からだけ電子を放出させることができ、これによって所定部分の蛍光体層だけが経時的に発光し、その結果、画像を表示することができる。この時、本発明の電子放出素子は、廉価で量産性もよい工程で製造でき、効率も高いものであるから、上記のように構成された画像表示装置は、同じく廉価で量産性もよい工程で製

造でき、効率も高いものにできる。

【0032】さらに、第2の画像表示装置の構成は、真空容器内に少なくとも、蛍光体層と、導電体をパターンニングした陰極配線を施した基板とを設け、少なくとも6員環を有する炭素の粒子を含み、有機バインダーと溶剤でペースト化され、前記炭素の粒子の一部を支持する支持粒子を含有するカーボンインキを、前記基板の所定の位置に塗布し、さらに焼成したことで形成される電子放出素子を有し、前記電子放出素子から放出される電子で蛍光体層を発光させ画像を形成する画像表示装置であって、前記陰極配線のパターンがストライプ状に形成されており、さらに前記蛍光体層と前記基板の間に、電子の放出を制御するゲート電極を設け、前記陰極配線のストライプに対して平行かつ直交する方向に、前記ゲート電極がストライプ状に電気的に分離され、両ストライプ間でマトリクス駆動されるようにしたものである。このように構成された画像表示装置において、前記陰極配線と前記ゲート電極の両ストライプで構成されるマトリクスの交点に、前記電子放出素子を形成することで、それぞれのストライプの電位を、表示画像に応じて経時的に変化させることで、両ストライプ間の電界が、前記電子放出素子から電子を放出させることができる大きさ以上になった交点の電子放出素子からだけ電子を放出させることができ、これによって所定部分の蛍光体層だけが経時的に発光し、その結果、画像を表示することができる。この時、本発明の電子放出素子は、廉価で量産性もよい工程で製造でき、効率も高いものであるから、上記のように構成された画像表示装置は、同じく廉価で量産性もよい工程で製造でき、効率も高いものにできる。

【0033】また、本発明に係る画像表示装置においては、前記蛍光体層と前記ゲート電極の間に、少なくとも集束機能を有するか、または少なくとも集束と偏向の両機能を有する制御電極を設けることが好ましい。前記のように構成した本発明の電子放出素子は、電子の放出効率が非常に高いものであるため、その塗布面積を小さいものにでき、また、印刷という工程でパターンニングすることから、前記マトリクスの交点に塗布する時、蛍光体層の画素の大きさに比べ、点とみなせる状態に形成できる。光学的に1点から出た光は容易に1点に集束できるのと同じ原理で、この好ましい例のように構成することで、1点から放出される電子ビームを、前記制御電極の集束作用によって、収差の範囲で、電子光学上の像面にあたる前記蛍光体層で、容易に1点に集束させることができる。これによって、蛍光体層のスポットの大きさを小さいものにでき、高解像度の画像表示装置を得ることができる。さらに、偏向機能も付け加わると、この偏向機能によって、小さく絞られたスポットを、小さい範囲に複数個発光させることができるので、より高解像度にすることが可能になる。したがって、上記のように構成することで、廉価で量産性もよい工程で製造でき、効

率も高いのみならず、より高解像度の画像表示装置を得ることができる。

【0034】また、本発明に係る画像表示装置においては、前記基板が前記真空容器と一体となっていることが好ましい。この好ましい例によれば、部材を共用することで、構成する材料コストを低減でき、さらに組み立ても簡素化できることから、より廉価に画像表示装置を構成できる。

【0035】

10 【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。なお、以下の実施の形態において、対応する部材には同一符号を付し、重複する説明は必要に応じてのみ行う。

【0036】(第一の実施形態)図1は、本発明の第一の実施形態に係る電子放出素子の概略断面図を示したものである。図1(a)は本発明のカーボンインキを塗布した状態、図1(b)はそれを焼成した後の状態を模式的に示したものである。図1に示された電子放出素子において、1は炭素の粒子、2は支持粒子で、これは本実施形態では焼成工程で分解して気体となる材質で形成している。3は有機バインダー、4は基板、5は陰極配線を示す。

【0037】本発明のカーボンインキ(図示せず)は、少なくとも6員環を有する炭素の粒子1を含み、有機バインダー3と溶剤とでペースト化されたインキであって、炭素の粒子1の一部を支持する支持粒子2を含有したものである。このカーボンインキを、あらかじめ陰極配線5を設けた基板4の所定の位置に塗布すると、図1(a)に示すように、炭素の粒子1は基板4に倒れ重なる状態にならず、支持粒子2を介して、多くの炭素の粒子1が基板4に対して立ち上がった状態で保持されている。カーボンインキを塗布する方法としては、インキ化されていることを利用して、印刷法を用いれば、塗布とともにパターンニングも同時に行えるので、少ない工程で量産性良く製造できる。なお図においては、本発明の作用をより明確に示すように、棒状の粒子の形態で表わしている。また、基板4が導電性であれば、必ずしも陰極配線5は必要がなく、電子放出材である炭素の粒子1に電流を供給できるようになっていれば良い。

40 【0038】次に、図1(a)のように、カーボンインキが塗布された状態で全体を焼成する。焼成後は、図1(b)に示すように、有機バインダー3や支持粒子2は燃焼作用等で分解し、基板4や陰極配線5上に炭素の粒子1だけが、基板4に対して立ち上がった状態で固着される。そして、支持粒子2のあった位置には空隙6が形成されている。

50 【0039】なお、焼成工程で分解する支持粒子2の材質として、ニトロセルロース等の自己燃焼性を持つ材質を所定の粒径に粉末化したものや、加熱によって分解しガス化する材質として、アゾジカルボアミドやジニトロ

ソベントメチレンテトラミン等を主成分にした熱分解型発泡剤の粉末等を用いると良い。

【0040】また、有機バインダー3の材質としては、イソブチルメタクリレート、ポリ α メチルスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリテトラフルオロエチレン等の解重合性有機材料を用いれば、加熱焼成で十分に燃焼分解し、かつ炭素の粒子1の固着強度も高いので焼成後の剥離等もなく、良好な状態が得られる。

【0041】さらに、これらの有機バインダー3を使う時の溶剤としては、ブチルカルビトールやイソブチルカルビトール等を適量使用すれば、インキ粘度も調整でき、印刷等の工程において用いる上で、良好なカーボンインキとすることができる。

【0042】以上のように構成、形成された電子放出素子の動作を説明する。図1(b)において、図面上部から電界を与えられた時、図中の7a~7hに示すような、基板4に対して立ち上がった状態の炭素の粒子1の先端に電界が集中する。6員環を有する炭素材料は、その特性として、電氣的に良導体であり、かつ仕事関数も低いので、低い電界で電子を放出し始めるが、本発明のように先端に電界が集中すれば、集中の度合いに応じて大きな電流量を放出する。一般に電界電子放出は、Iを放出電流、Eを電界、a、bを定数とすると、次に示す式1に従うから、この電界の集中は、非常に大きな電子放出効率の向上につながる。

【0043】 $I = aE^2 \exp(-b/E)$ (式1)

図中では簡単のため概略断面図として示しているため、電界の集中を受ける炭素の粒子の先端7a~7hは数える程度しか示していないが、実際には非常に多くの炭素の粒子1が、基板4に対して立ち上がるように配置されているので、電子放出に伴う炭素の粒子1の消耗やバラツキを生じることもない。

【0044】以上説明したように、本発明に係るカーボンインキと電子放出素子によれば、電子放出材料としての6員環を有する炭素の粒子1をインキ化することで、印刷という量産性に優れ、かつ廉価な製造法で、基板4や陰極配線5上に、位置や範囲を限定しながら塗布することができる。また、塗布した状態でそのまま焼成することで、炭素の粒子1は基板4に倒れ重なる状態にならず、多くの炭素の粒子1が基板4に対して立ち上がった状態で塗布されるので、電界の集中効果で、より弱い電界、すなわち、より低い駆動電圧で多くの電子放出が得られることになる。したがって、本発明によれば、印刷という廉価で量産性の良い工程で、電界放出効率が高い電子放出素子ができるので、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を得ることができる。

【0045】ここで、本実施形態に係るカーボンインキや電子放出素子においては、炭素の粒子1に、カーボンナノチューブを使用すると良好な結果が得られる。カーボンナノチューブは、近年フラーレン等の新炭素結晶物

質と一緒に発見されたもので、6員環の結晶が筒状に閉じたものである。その直径は数nmから数十nmで、長さは数 μ mを超えるものがある。このカーボンナノチューブを粉末状にして、本発明のカーボンインキの炭素の粒子1として用いれば、その棒状に長い分子の形状によって、本来の特性として電界による電子放出の効率も高いだけでなく、より効果的に塗布された基板4に対して立ち上がった状態で固着されることから、本来もっとも電子放出特性の良いカーボンナノチューブの先端に、より電界が集中し、さらに高い効率が期待できる。

【0046】また、炭素の粒子1としてグラファイトの粉末を用いることができる。グラファイトは6員環の結晶がシート上に並んでできた物質で、その粒子形状は鱗片状になっている。グラファイトは廉価で工業的に入手が容易な材料であるが、電界による電子放出の効率は分子形状から、カーボンナノチューブと比較して効率は高くない。しかし、本発明と組み合わせることで、多くのグラファイトの粒子が、塗布された基板4に対して立ち上がった状態で固着できる。発明者らはグラファイト等の6員環の炭素材料では、6員環が切れた部分、すなわち鱗片形状端部で、もっとも電界電子放出が起こりやすいことを観測している。したがって、本発明の炭素の粒子1としてグラファイトを用いると、グラファイト結晶の端部に、電界を集中させることができ、高い電子放出効率を有する材料として利用することができる。

【0047】また、炭素材料として粉末状のグラファイト化したカーボンファイバーを用いれば、カーボンナノチューブの場合と同じく、炭素の粒子の配列の方向性も良くなって効率もあがるのでさらに効果を増す。

【0048】また、本実施形態に係るカーボンインキや電子放出素子においては、加熱や燃焼によって分解する支持粒子2の分解温度が、少なくとも有機バインダー3の分解温度より低いように設定している。これは本発明においては、最終的に有機バインダー3も支持粒子2も焼成によって分解すれば、本発明の効果を有する電子放出素子を得ることはできる。しかし、この例のようにすれば、カーボンインキの塗布後の焼成時、多くの炭素の粒子1が、塗布された基板4に対して立ち上がった状態を、有機バインダー3が保持した状態で、先に支持粒子2が分解することになる。このことにより、多くの炭素の粒子1が、図1(b)に示すような、塗布された基板4に対して立ち上がった状態をより確実に実現できる。

【0049】また、本実施形態に係るカーボンインキや電子放出素子においては、基板4上の支持粒子2の高さ方向の大きさ(以下、「支持粒子2の大きさ」という)が、少なくとも炭素の粒子1の長手方向の長さよりも小さいように設定した。長手方向とは具体的には、カーボンナノチューブやカーボンファイバーのように棒状の粒子の場合は棒の長さ、グラファイトの粉末のように鱗片状の粒子の場合には、面方向のもっとも長辺の長さに当

たる。前記カーボンインキを基板4に塗布した時、炭素の粒子1は、支持粒子2に対して、取り囲むような状態になっている。この時、支持粒子2の大きさの方が、炭素の粒子1の長手方向の長さに対して非常に大きいと、炭素の粒子1が支持粒子2の皮膜のようになってしまい、本発明の電解集中の効果が少なくなってしまう。しかし、少なくとも炭素の粒子1の長手方向の大きさを支持粒子2より大きくしておけば、支持粒子2の皮膜状にはならず、より確実に、多くの炭素の粒子が、塗布された基板4に対して立ち上がった状態にすることができ

る。なお、支持粒子2の大きさは、極端に小さいと本発明の作用は小さくなってしまいますので、できれば、炭素の粒子1の長手方向の長さの半分以上であることが望ましい。

【0050】さらに、炭素の粒子1の具体的な長さとしては、短すぎると全体の凹凸が平均化されるため、電解の集中効果が小さくなり、また長すぎると、印刷工程で微細なパターンニングが困難になるので、0.1~10 μ mの長さの範囲にあると、良好なカーボンインキを構成することができる。

【0051】これから、支持粒子2の大きさも、炭素の粒子1の長さに応じて、0.05~5 μ mの範囲のものを選択して使用すればよい。形状は方向性のない球形が、全周でもっとも多くの炭素の粒子1を、基板4に対して立ち上がらせるのに効果的である。しかし、球形に限ることなく、どのような向きで基板4上に付着した場合でも炭素の粒子1を立ち上がらせることができるような、所定の厚みを有する形状、すなわち平面に近い形状のように、基板4上に付着する向きによっては炭素の粒子1を立ち上がらせることができない可能性があるようなものでなければ、直方体、立方体、角錐、円錐、角錐台等の形状であればよい。

【0052】以上述べたように構成することで、基板4または基板4に設けられた陰極配線5上に、6 μ mを有する炭素の粒子1を塗布することで形成され、さらに、炭素の粒子1の集合体内に、0.05 μ mから5 μ mの範囲の大きさの空隙を有する電子放出素子が得られる。

【0053】なお、本実施形態では、電子放出素子として炭素の粒子1の固まり一つが、一つの電子放射源として独立に機能しているもののみを示したが、一つの炭素の粒子1の固まりから放出される電子では、電子ビームとして利用するには十分な電子しか放出されない場合は、複数の炭素の粒子1の固まりが合わさって一つの電子放出源を構成するようにしても良いことは言うまでもない。

【0054】また、炭素の粒子1や支持粒子2の大きさがそろっている場合を図示したが、良好な大きさの範囲で、異なる大きさの粒子1、2が混合されていても、一ヶ所の塗布部分においても、数多くの粒子1、2が存在するので、上述したものと同様の効果が得られる。

【0055】(第二の実施形態)図2は、本発明の実施形態に係る異なる一例の電子放出素子の概略断面図を示したものである。図2は本発明のカーボンインキを塗布し、それを焼成した後の状態を模式的に示したものである。本実施形態で第一の実施形態と異なる点は、支持部材として、製造工程での加熱によって分解や燃焼しない材質で形成した点にある。なお以下、第一の実施形態と同一構成要素には同一番号を付し、重複する点は説明を省略して、異なる点のみを説明する。

10 【0056】図2に示された電子放出素子において、1は炭素の粒子、8は焼成工程で分解しない支持粒子、4は基板、5は陰極配線を示す。多くの炭素の粒子1は基板4に対して立ち上がった状態で固着されている。ただし、第一の実施形態と異なり、焼成後も支持粒子8が残っている。

【0057】この支持粒子8の材質としては、焼成工程で分解しない材質であればよく、例えば、ガラスやアルミナやシリカ等の無機材質の粒子、アルミ、チタン、金、ニッケル等の金属の粒子が挙げられる。

20 【0058】以上のように構成、形成された電子放出素子の動作を説明する。図2において、図面上部から電界を与えられた時、図中の7a~7hのような、基板4に対して立ち上がった状態の炭素の粒子の先端に電界が集中し、高い効率の電子放出を得ることができる。ここで、支持粒子8が焼成後も残ることで、第一の実施形態の状態より電界のしみ込みは少し弱るが、多くの炭素の粒子1が基板に対して立ち上がった状態が全工程で安定であり、支持粒子8も焼成後の固着強度に寄与するので信頼性が増す。

30 【0059】なお、本実施形態で説明しなかった構成要素や作用効果については、第一の実施形態と同様で、すでに説明しているので省略する。

【0060】(第三の実施形態)図3は、本発明に係る電子放出素子の製造方法の一部を図示した原理説明図である。なお本実施形態に係る製造方法で作られる電子放出素子は、基本的には、先述した第一、および第二の実施形態に係る電子放出素子(図1、図2参照)と同様の構成を有している。特にここでは、製造方法のうち、本発明において特徴的な印刷であるオフセット印刷法によるカーボンインキの塗布方法を説明する。

40 【0061】まず図3(a)に示すように、必要な所定のパターンに凹部12を形成した凹版11を準備し、この凹版11にカーボンインキ13を充填する。充填においては、凹版11にカーボンインキ13を適量垂らし、スキージー14等で伸ばせば、凹版11の凹部12に簡単に充填できる。

50 【0062】次に、図3(b)に示すように、充填したカーボンインキ13をブランケット15に転写する。このブランケット15としては、転写用の表面にはシリコンゴムを使用すれば、耐候性や耐薬品性、さらに素材の

柔軟性で良好な転写が行える。また凹版11を平面、ブランケット15のインキ転写面を円弧形状にしておけば、ブランケット15を凹版11に押し付け転がすだけで、簡単にカーボンインキ13の転写が行える。

【0063】次に、図3(c)に示すように、ブランケット15に転写されたカーボンインキ13を、電子放出素子を形成すべき基板4に転移させる。この時、たとえばすべての位置基準を、ワークの直行2辺に限定するなど、凹版11に対する凹部12のパターンやブランケット15、さらに基板4の位置基準を一致させておけば、
10 正確に高い精度で、カーボンインキ13を基板4上に塗布できる。

【0064】上記のような印刷工程を用いることで、炭素の粒子1や支持粒子2(8)や有機バインダー3の異なる粒子径が混在したカーボンインキ13でも、確実に基板4に転写塗布することができる。

【0065】さらに、本発明に格別な効果として、所定の深さを持つ凹版11の凹部12に、十分混成された状態でカーボンインキ13を充填するという作業で、すでに多くの炭素の粒子1が、充填した状態で、塗布された
20 基板4に対して立ち上がった状態を実現するようになる。この状態を図4に示す。充填作業ではカーボンインキ13内の炭素の粒子1、支持粒子2(8)、有機バインダー3等の各構成要素が混在している状況は乱されず、凹部12の中では図4のように多くの炭素の粒子1が立ち上がった状態で混在することになる。よって、他の印刷方法を用いるより、本発明のカーボンインキ13の構成とあいまって、より一層の効果を実現する。また、上記のような印刷工程でカーボンインキ13を塗布
30 することは、廉価で量産性も良い。したがって、本発明の製造方法によれば、廉価で量産性もよい工程で、効率が高い電子放出部が形成された電子放出素子ができるので、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を得ることが可能となる。

【0066】なお、凹部12の深さとしては、転写時のかすれがなく、かつカーボンインキ13内の各粒子は数層重なった状態を実現することが好ましいので、前述した炭素の粒子1の大きさを考慮して、5 μ mから40 μ mの範囲で適宜設定することにより、良好な印刷結果と、電子放出素子の高い効率を得ることができる。

【0067】(第四の実施形態)本発明の第四の実施形態に係る当該電子放出素子を用いた画像表示装置について図を用いて説明する。なお本実施形態に係る画像表示装置で用いられる電子放出素子は、基本的には、先述した第一、および第二の実施形態に係る電子放出素子(図1(b)、図2参照)と同様の構成を有しているので、その詳細の構造は省略し、電子放出素子として一括して表現する。

【0068】図5は、本実施形態に係る当該電子放出素子を用いた画像表示装置の構成を示す分解斜視図であ

る。図5で示された画像表示装置は、表容器31、裏容器32、表容器31の内面に形成した蛍光体層33、蛍光体層33に接してストライプ状に電気的に分離された陽極配線34、導電体をバターンニングした陰極配線35、それを面上に形成した基板36、および複数の電子放出素子37で構成されている。

【0069】真空容器は表容器31と裏容器32とで構成しており、その容器内にその他の各構成要素が収容されている。また、真空容器内の真空度を10⁻⁶~10⁻⁸ torr程度に保っている。そして、蛍光体層33から発せられる光が外部から観察され得るように、表容器31は、透明な部材を用いて形成されている。ただし、真空容器の全体が透明である必要はなく、裏容器32は真空が保持できるものであればいかなる材料で形成してもよい。

【0070】蛍光体層33は、電子ビームの照射によって発光する蛍光体材料を表容器31の内面に塗布等を行って形成されている。モノクロ表示の画像表示装置であれば、単独の所定発光色の蛍光体材料を表容器31の内面に塗布すればよいが、カラー表示が可能な蛍光体層33とするためには、ブラックストライプを表容器31の内面に塗布した後、たとえば赤(R)、緑(G)、青(B)の順番で、多数の蛍光体のストライプが表容器31の内面に形成されるように塗布等を行う。このような蛍光体のストライプは、表容器31にオフセット印刷法等により直接印刷形成する方法や、一旦樹脂シート上に印刷形成したものを熱または圧力により転写形成する方法、また、通常の陰極線管のように、フォトリソグラフにより形成する方法などによって形成することが可能である。

【0071】陽極配線34は蛍光体層33に接するようにして、さらにストライプ状に電気的に分離された状態で設けられている。このストライプのピッチは、画像表示装置の所定の表示ドットピッチとすればよく、カラー表示の場合は、R、G、Bの蛍光体のストライプに一致させるとよい。陽極配線34を形成する材料としては、ITO(イットリウムチタン酸オキシド)等の、透明性の導電性材料を用いれば、蛍光体層33から発せられる光を遮ることなく構成できる。

【0072】陰極配線35は基板36上に設けられ、そのパターンはストライプ状に形成されており、また、陽極配線34のストライプに対して平行かつ直交する方向に形成している。陰極配線35を形成する材料としては、前述のITOを用いることもできるが、特に透明性の材料である必要がなく、銀ペーストや銅ペースト等の導電性ペーストを印刷等によってバターンニングしてもよく、また、基板36に金属等の導電性の膜を形成した後、フォトリソグラフして配線パターンを形成してもよい。

【0073】電子放出素子37は、ストライプ状の陽極

配線34および陰極配線35の各交点に位置する陰極配線35上に複数個配置されている。個々の電子放出素子37の詳細構造は、前述したように第一と第二の実施形態に係る電子放出素子(図1(b)、図2参照)と同様なので、その構造と製造方法の説明は省略する。

【0074】以上のように構成された画像表示装置において、ストライプ状の陰極配線35および蛍光体層33に接する陽極配線34によって、行と列でマトリクス駆動され、また、このマトリクスの各交点に電子放出素子37が配置されているので、それぞれのストライプ状の行と列との電位差に応じて、所定の交点の電子放出素子37から電子を放出させることができる。すなわち、陽極配線34の内において、選択的に所定のストライプのみを高電圧、その他のストライプをそれよりも低い電圧とし、また、陰極配線35の内において、選択的に所定のストライプのみを低電圧、その他のストライプをそれよりも高い電圧とすると、各選択されたストライプの交点のみに高い電界が発生する。この高い電界で始めて、選択された所定の交点のみの電子が放出され、その交点に対応した蛍光体層33の位置のみに電子が加速され衝突し蛍光体が発光する。この電圧の変化を、表示画像に応じて経時的に変化させることで、所定部分の蛍光体層だけを経時的に発光させることができ、その結果、画像を表示することができる。

【0075】この時、本発明の電子放出素子37の電子放出効率が高いので、陽極配線34と陰極配線35との間にかかるマトリクスの駆動電圧を低く押さえられ、画像表示装置としても高い効率ながら、その駆動回路の規模等を小さくでき、本発明の格別の効果として、高い効率ながら、廉価に画像表示装置を得ることができる。

【0076】なお、本実施形態においては、基板36と裏容器32が別部材である場合を示したが、裏容器32に直接に陰極配線35や電子放出素子37を形成してもよい。このようにすると、基板36と真空容器である裏容器32とが一体となり、部材を共用することで、構成する材料コストを低減でき、さらに組み立ても簡素化できることから、より廉価に画像表示装置を構成できる。

【0077】(第五の実施形態)本発明の第五の実施形態に係る当該電子放出素子を用いた画像表示装置について図を用いて説明する。なお本実施形態に係る画像表示装置で用いられる電子放出素子は、基本的には、先述した第一、および第二の実施形態に係る電子放出素子(図1、図2参照)と同様の構成を有しているので、その詳細の構造は省略し、電子放出素子として一括して表現する。また、第四の実施形態に係る画像表示装置と共通する構成要素に関しては、詳細な説明を省略する。

【0078】図6は、本発明の第五の実施形態に係る当該電子放出素子を用いた画像表示装置の構成を示す分解斜視図である。図6で示された画像表示装置は、表容器41、裏容器42、表容器41の内壁に形成した蛍光体

層43、導電体をパターンニングした陰極配線45とそれを面上に形成した基板46、さらに蛍光体層43と基板46の間に電子の放出を制御するゲート電極44、そして複数の電子放出素子47で構成される。

【0079】表容器41と裏容器42で真空容器を構成しており、その他の各構成要素はその中に収容されている。表容器41と裏容器42とで形成された各構成要素の収容空間は、 $10^{-6} \sim 10^{-8}$ torr程度の真空中に保持されている。

【0080】また陰極配線45のパターンはストライプ状に形成されており、さらにゲート電極44は、陰極配線45のストライプに対して平行かつ直交する方向に、ストライプ状に電氣的に分離され、ゲート電極44には電子放出素子47から放出された電子ビームの通過孔48が形成されている。そして、電子放出素子47は、ストライプ状の陰極配線45およびゲート電極44の各交点に位置する陰極配線45上に配置されている。

【0081】なお、表容器41や裏容器42の材質、蛍光体層43や陰極配線45や電子放出素子47の詳細の構成については、前述した第四の実施形態に係る画像表示装置(図5参照)と同様なので、その構造と製造方法の説明は省略する。

【0082】以上のように構成された画像表示装置において、ストライプ状の陰極配線45およびゲート電極44によって、行と列でマトリクス駆動され、このマトリクスの各交点に電子放出素子47が配置されているので、それぞれのストライプ状の行と列との電位差に応じて、所定の交点の電子放出素子47から電子を放出させることができる。すなわち、ゲート電極44の内において、選択的に所定のストライプのみを高電圧、その他のストライプをそれよりも低い電圧とし、また、陰極配線45の内において、選択的に所定のストライプのみを低電圧、その他のストライプをそれよりも高い電圧とすると、各選択されたストライプの交点のみに高い電界が発生する。この高い電界で始めて、選択された所定の交点のみの電子が放出され、ゲート電極44に設けられた電子ビームの通過孔48を通して、その交点に対応した蛍光体層43の位置のみに電子が加速され衝突し蛍光体が発光する。この電圧の変化を、表示画像に応じて経時的に変化させることで、所定部分の蛍光体層だけを経時的に発光させることができ、その結果、画像を表示することができる。

【0083】この時、本発明の電子放出素子47の電子放出効率が高いので、ゲート電極44と陰極配線45との間にかかるマトリクスの駆動電圧を低く押さえられ、画像表示装置としても高い効率ながら、その駆動回路の規模等を小さくでき、本発明の効果として、高い効率ながら、廉価に画像表示装置を得ることができる。

【0084】次に、図7は本実施形態の画像表示装置にさらに集束機能を有する電極板51を設けた例を示す断

面図である。ここで49は疑似点状の電子放出素子、50は疑似点状の電子放出素子49から放出された電子の軌道を示している。その他の構成要素に関しては、上述の構成とほぼ同じであるので、同一構成要素には同一番号を付した上で説明を省略し、異なる点と電極板51の動作について説明する。

【0085】本発明の電子放出素子49は、電子の放出効率が非常に高いものである。その塗布面積を小さいものにでき、また、印刷という工程でパターンニングすることができることから、ゲート電極44および陰極配線45の各交点に塗布する時、蛍光体層の画素の大きさに比べ、その表面積が数分の1以下として実質的に点とみなせる状態（疑似点状）に形成している。

【0086】疑似点状の電子放出素子49から放出された電子は、初期は図に示すように発散するような電子の軌道50をとっている。しかし、光学的に1点から出た光は容易に1点に集束できるのと同じ原理で、本実施形態の一例のように構成することで、疑似点状の電子放出素子49から放出される電子ビームを、電極板51の集束作用によって、収差の範囲で、電子光学上の像面にあたる蛍光体層43で、容易にほぼ1点に集束させることができる。これによって、蛍光体層43上のスポットの大きさを小さいものにでき、高解像度の画像を得ることができるわけである。

【0087】なお、さらに、本構成に偏向機能も付け加わると、この偏向機能によって、複数の蛍光体画素に対し、小さく絞られたスポットを走査させて発光させることができるので、電子放射素子49の配置数よりも表示画素数を増やすことができ、前述のマトリクス構造等を構成する関係で電子放射素子49の配置密度をある程度以上高めることができない場合であっても、表示される画像を高解像度にするのが可能になる。したがって、上記のように構成することで、高い効率ながら、廉価に画像表示装置を得ることができるのみならず、より高解像度の画像表示装置を得るという格別の効果を奏することができる。

【0088】また、本実施形態においては、基板46と裏容器42が別部材である場合を示したが、裏容器42に直接に陰極配線45や電子放出素子47を形成してもよい。このようにすると、基板46と真空容器である裏容器42とが一体となり、部材を共用することで、構成する材料コストを低減でき、さらに組み立ても簡素化できることから、より廉価に画像表示装置を構成できる。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、まず、印刷という廉価で量産性の良い工程で、電子放出材料を成分に含むインキを基板に塗布し焼成するだけで、炭素の粒子に電界が集中して効率よく電子を放出する構造を安定して得ることができる。よって、電界放出効率が高く、低電圧駆動が可能であり、低真空度でも電

子の放出が可能であるという優れた特性を得ることができる電子放出素子の構成、またその製造方法を得ることができる。そして、これを実現することで、画像表示装置に用いて良好な電子放出素子を得ることができる。

【0090】さらに、当該電子放出素子を用いて、高画質で効率も良い、さらに高解像度の画像表示装置の構成を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施形態に係る電子放出素子の構成を示す断面図

【図2】本発明の第二の実施形態に係る電子放出素子の構成を示す断面図

【図3】本発明に係る電子放出素子の製造方法を説明する原理図

【図4】凹部に充填されたカーボンインキの状態を示す断面図

【図5】本発明の第四の実施形態に係る画像表示装置の構成を示す分解斜視図

【図6】本発明の第五の実施形態に係る画像表示装置の構成を示す分解斜視図

【図7】本発明に係る画像表示装置の動作を示す断面図

【図8】従来技術に係る第一の電子放出素子の概略断面図

【図9】従来技術に係る第一の電子放出素子の構造を詳細に示した断面図

【図10】従来技術に係る第二の電子放出素子の概略断面図

【図11】従来技術に係る第三の電子放出素子の概略断面図

【符号の説明】

- 1 炭素の粒子
- 2 支持粒子
- 3 有機バインダー
- 4, 46 基板
- 5 陰極配線
- 6 空隙
- 7a~7h 炭素の粒子の先端
- 8 分解しない支持粒子
- 11 凹版
- 12 凹部
- 13 カーボンインキ
- 14 スキージ
- 15 ブラケット
- 31, 41 表容器
- 32, 42 裏容器
- 33, 43 蛍光体層
- 34 陽極配線
- 35, 45 陰極配線
- 37, 47 電子放出素子
- 44 ゲート電極

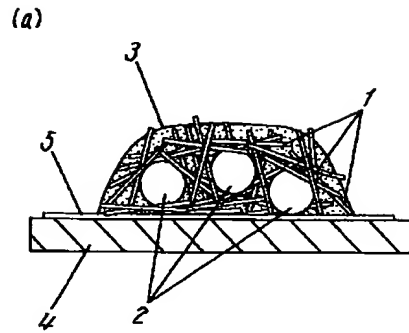
48 電子ビームの通過孔

50 電子の軌道

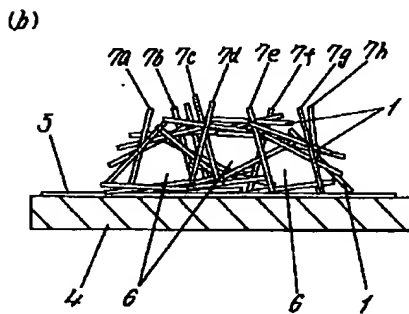
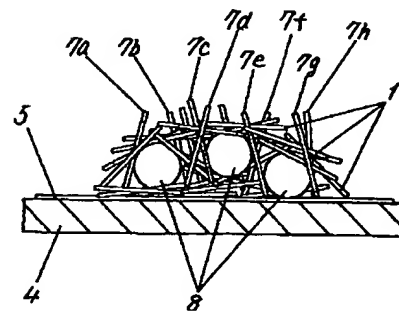
49 疑似点状の電子放出素子

51 電極板

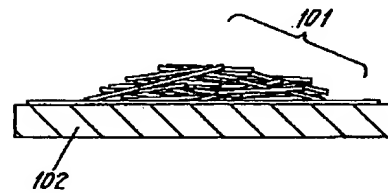
【図1】



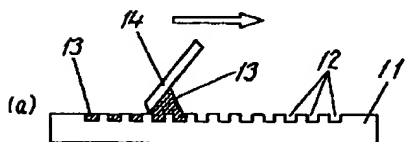
【図2】



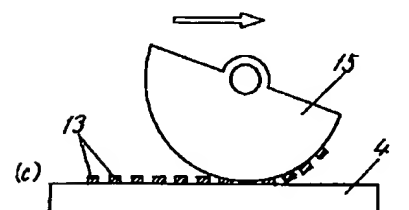
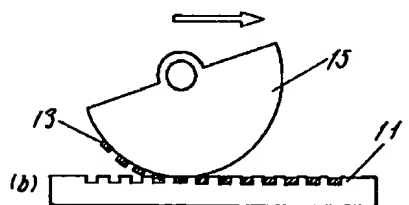
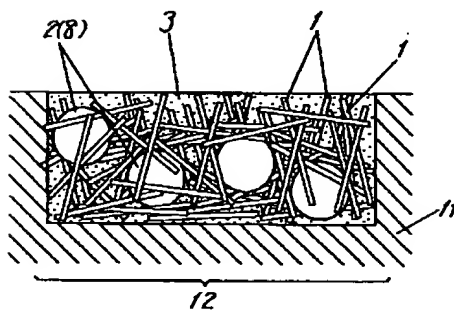
【図9】



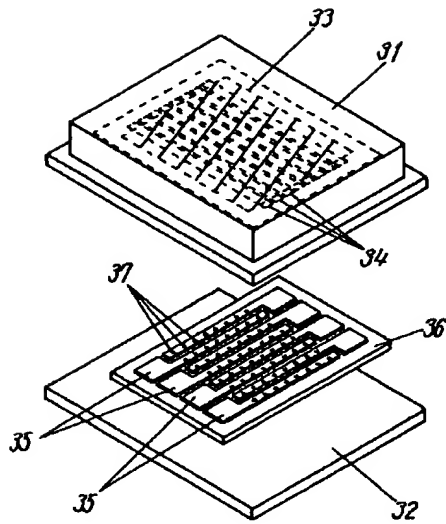
【図3】



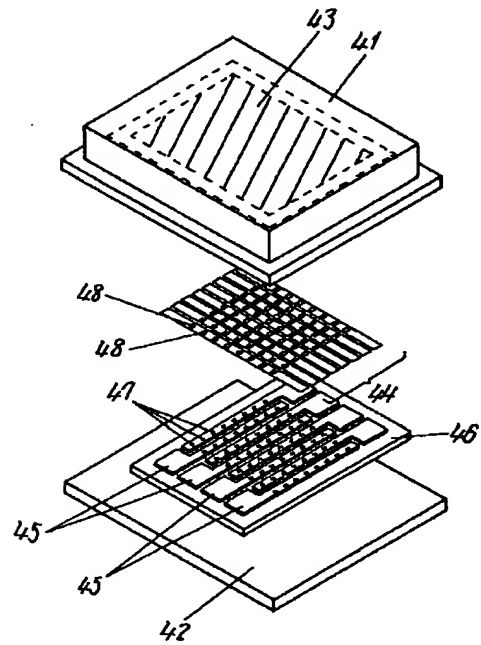
【図4】



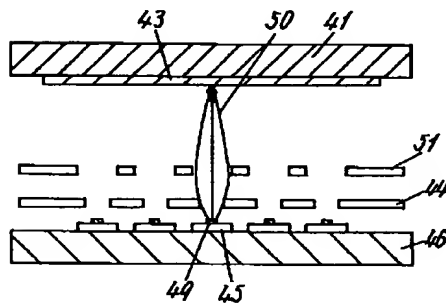
【図5】



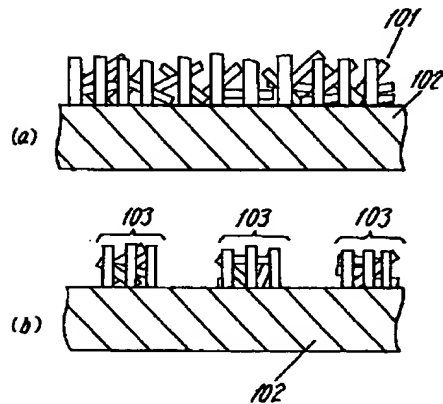
【図6】



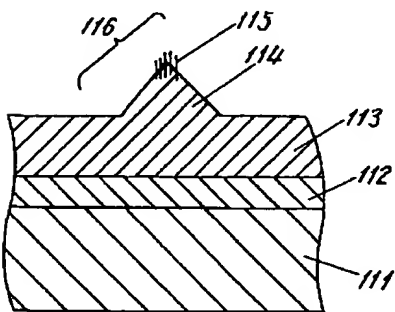
【図7】



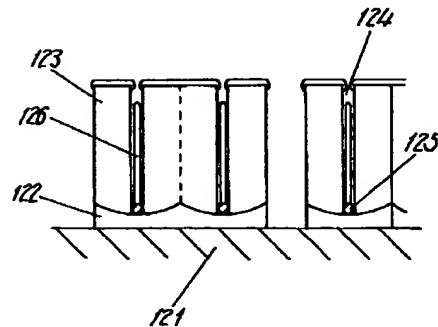
【図8】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

| (51)Int. Cl. ⁷) | 識別記号 | F I | ターム(参考) |
|--------------------------------|-------|---------------|--------------------------------|
| H 0 1 J 31/12 | | H 0 1 J 31/12 | C |
| // C 0 1 B 31/02 | 1 0 1 | C 0 1 B 31/02 | 1 0 1 F |
| (72)発明者 関口 友宏 | | Fターム(参考) | 4G046 CB05 CB08 |
| 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業 | | | 4J037 AA01 CC12 CC13 CC16 DD06 |
| 株式会社内 | | | DD12 DD23 DD30 EE26 EE48 |
| (72)発明者 横枕 光則 | | | FF11 |
| 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業 | | | 4J039 AB02 AD03 AD04 AD10 AF07 |
| 株式会社内 | | | BA03 BC15 BC32 BC33 BC37 |
| | | | BC40 BD01 BD02 BE12 BE16 |
| | | | BE33 CA08 EA19 EA27 EA28 |
| | | | EA48 GA03 GA15 |
| | | | 5C031 DD09 |
| | | | 5C036 EF01 EF06 EG02 EG12 |